



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-64094

(P 2 0 0 1 - 6 4 0 9 4 A)

(43) 公開日 平成13年3月13日(2001.3.13)

(51) Int. Cl. ⁷

C30B 29/04

33/04

識別記号

F I

C30B 29/04

33/04

テーマコード (参考)

N 4G077

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全6頁)

(21) 出願番号

特願平11-237132

(22) 出願日

平成11年8月24日(1999.8.24)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 大石 隆一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 中村 好伸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

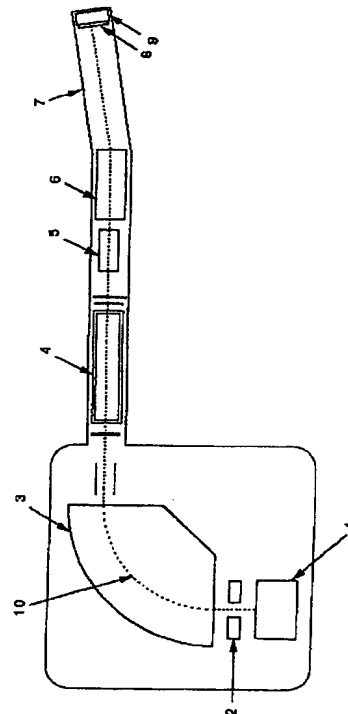
Fターム(参考) 4G077 AA03 BA03 FD06 FE11 FH05

(54) 【発明の名称】 半導体ダイヤモンドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ダイヤモンドへの粒子線照射により、確実に半導体ダイヤモンドを得ることが出来る半導体ダイヤモンドの製造方法を提供する。

【解決手段】 ダイヤモンド基板8に粒子線を照射して半導体ダイヤモンドを製造する方法において、粒子線を照射する際、ダイヤモンド基板8の温度を300℃以上2000℃以下に保ち、ダイヤモンド基板8の被照射面とダイヤモンド基板8の(001)結晶面とがなす角度を-20°～+20°とし、かつ粒子線が照射される方向とダイヤモンド基板8の<001>結晶方位とがなす角度を-20°～+20°とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ダイヤモンド基板または基板素材上に堆積されたダイヤモンド薄膜に粒子線を照射して半導体ダイヤモンドを製造する方法であって、

前記粒子線を照射する際、前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の温度を 3 0 0 ° C 以上 2 0 0 0 ° C 以下に保ち、

前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の前記粒子線が照射される面と前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の (0 0 1) 結晶面とがなす角度を - 2 0 ° ~ + 2 0 ° とし、かつ前記粒子線が照射される方向と前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の < 0 0 1 > 結晶方位とがなす角度を - 2 0 ° ~ + 2 0 ° とすることを特徴とする、半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 2】 前記粒子線を照射する際の前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の温度が 8 0 0 ° C 以上であることを特徴とする、請求項 1 に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 3】 前記粒子線が、少なくとも I I I 族元素を含むことを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 4】 前記粒子線が、V 族元素、L i、S、および C l の少なくとも一つを含むことを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 5】 前記粒子線の照射レートが 1×10^{11} 個 / $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上 1×10^{16} 個 / $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以下であることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 6】 前記粒子線の照射エネルギーが 1 0 0 e V 以上 1 0 M e V 以下であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【請求項 7】 p - ドープアント、および n - ドープアントとなる粒子を前記ダイヤモンド基板または前記ダイヤモンド薄膜の深さ方向に近接した領域に導入することで、p n 接合素子を作製することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の半導体ダイヤモンドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ダイヤモンドの製造方法に関し、特に、電子工業において耐環境性素子などの半導体材料として用いられる半導体ダイヤモンドを粒子線照射によるダイヤモンドの半導体化によって製造する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】一般に S i や G e を半導体化する方法として、イオン注入が広く用いられている。イオン注入で

は注入領域にダメージが残るため、熱処理を行う必要がある。S i や G e ではダイヤモンド型の結晶構造が最も安定であり、熱処理を行えば元の結晶に回復させることが出来る。

【 0 0 0 3 】一方、ダイヤモンドについても、イオン注入およびアニールにより、半導体化する方法が考えられる。しかし、炭素からなる結晶構造について、ダイヤモンドは常圧では準安定相であり、最安定相はグラファイトである。このため、S i や G e と同じプロセスで半導体化を行なうと、注入領域のグラファイト化が起こり、半導体ダイヤモンドを得ることが出来ない。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、粒子線照射時に、ダイヤモンド基板または基板素材上に堆積されたダイヤモンド薄膜の温度を高温に保ち、照射によって生じた結晶欠陥を回復させる方法を検討してきた。

【 0 0 0 5 】本発明の目的は、この方法に基づき、さらに確実に半導体ダイヤモンドを得ることが出来る半導体ダイヤモンドの製造方法を提供することである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】本発明は、粒子線照射によるダイヤモンドの半導体化プロセスにおいて、温度の他に、ダイヤモンド結晶面の配置、および粒子線の照射方位が、結晶性の回復に関係していることを見出した。そして、ダイヤモンド結晶配列の回復に適した温度、ダイヤモンド結晶面の配置、および粒子線の照射方向の組み合わせを見出し、本発明に至った。

【 0 0 0 7 】すなわち、本発明では、ダイヤモンド基板または基板素材上に堆積されたダイヤモンド薄膜に粒子線を照射して半導体ダイヤモンドを製造する方法において、粒子線を照射する際、該ダイヤモンド基板または該ダイヤモンド薄膜の温度を 3 0 0 ° C 以上 2 0 0 0 ° C 以下に保ち、該ダイヤモンド基板または該ダイヤモンド薄膜の粒子線が照射される面と該ダイヤモンド基板または該ダイヤモンド薄膜の (0 0 1) 結晶面とがなす角度を - 2 0 ° ~ + 2 0 ° とし、かつ粒子線が照射される方向と該ダイヤモンド基板または該ダイヤモンド薄膜の < 0 0 1 > 結晶方位とがなす角度を - 2 0 ° ~ + 2 0 ° とする。この条件により、粒子線による照射損傷をさらに効率良く回復することができ、より確実に半導体ダイヤモンドを得ることができるようになる。

【 0 0 0 8 】また、粒子線を照射する際の該ダイヤモンド基板または該ダイヤモンド薄膜の温度は 8 0 0 ° C 以上であることが好ましい。照射する粒子は、I I I 族元素、V 族元素、L i、S、および C l のいずれか、またはそれらの組み合わせとすることができる。粒子線の照射レートは、 1×10^{11} 個 / $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上 1×10^{16} 個 / $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以下であることが好ましい。粒子線の照射エネルギーは 1 0 0 e V 以上 1 0 M e V 以下であることが好ましい。

【0009】本発明の好ましい態様において、p-ドーパント、およびn-ドーパントとなる粒子をダイヤモンド基板またはダイヤモンド薄膜の深さ方向に近接した領域に導入することで、pn接合素子を作製することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明では、ダイヤモンドにドーパントとなる元素を含む粒子を加速し照射する。このプロセスにおいて、図4に示すように、ドーピングすべきダイヤモンド40の(001)結晶面に対して粒子線の被照射面40aがなす角度 θ (オフ角)が、 $-20^\circ \sim +20^\circ$ の範囲内にあるようなダイヤモンドを使用する。さらに、照射する粒子線42の方向は、ダイヤモンド1の<001>方位から $\pm 20^\circ$ の範囲に設定する。そして、ダイヤモンドの温度は300℃以上2000℃以下に保つ。これらの条件により、粒子照射によって生じた欠陥は、後から照射された粒子によって再配列され、ダイヤモンドにアモルファス化やグラファイト化を起こさせることなく、ダイヤモンド結晶中にドーパントを取り込ませることが出来る。

【0011】基板温度が300℃以上2000℃以下であれば上記再配列が誘起されダイヤモンド結晶の回復が効率良く起こる。基板温度が300℃以下であれば、再配列が起こるために必要な原子の熱運動が活発でなく、再配列は誘起されにくい。また逆に2000℃以上ではダイヤモンドがグラファイトに相転移してしまう。より好ましい基板温度は、800℃以上2000℃以下である。その理由は、この温度領域ではダイヤモンド結晶中に導入されたドーパント元素が電気的に活性になるサイトに最終的に落ち着く割合が大きいためである。

【0012】また、上述したように、本発明では、ダイヤモンド結晶の粒子線被照射面を、ダイヤモンド結晶の(001)面から、 $\pm 20^\circ$ 以内に作る。通常、被照射面がそのような範囲にあるダイヤモンドを使用するが、必要であれば、研磨等により、そのような範囲にある被照射面を調製してもよい。ダイヤモンドの(001)結晶面の再配列は効率良く起こり、また再配列後のダイヤモンド結晶の構造は粒子線照射前と同じであることが見出された。これに対し、(111)面、(110)面等では再配列が起こりにくいか、起こる場合でも多結晶になってしまうおそれがある。被照射面の(001)面からのオフ角が大きくなるにしたがい、(001)面以外の再配列の影響が出る。

【0013】また、本発明では、照射粒子の方位をダイヤモンドの<001>方位から $\pm 20^\circ$ の範囲に定める。上述と同様に照射粒子の方位がダイヤモンドの<001>方位から離れるにしたがい、(001)面以外の再配列の影響が出る。照射粒子の方位を、<001>方位に近づけることによって、結晶面の再配列を効率良く起こすことができる。

【0014】このように、被照射面の(001)面からのオフ角を $\pm 20^\circ$ の範囲内とし、照射粒子の方位を<001>方位から $\pm 20^\circ$ の範囲内とすることによって、結晶面の再配列の効率をさらに高め、より確実に半導体ダイヤモンドを得ることができる。粒子線照射後のダイヤモンド上に気相でダイヤモンドを追成長させる場合のことを考慮すると、被照射面はできる限り(001)面に近いほうが良く、オフ角は 5° 以内がより好ましい。一方、照射粒子の方位は、<001>方位から 3° 以上 10° 以下であるのがより好ましい。この角度を 3° 以上にすることによって、注入元素によるチャネリングの発生が抑制され、ドーパントの深さ制御が容易となる。また、この角度を 10° 以下にすることで、再配列の効率をより高めることができる。

【0015】本発明では、ダイヤモンドをp型半導体化するため照射する粒子として、III族元素の単体、イオン、あるいはそれらの化合物、混合物を使用することができる。好ましいIII族元素には、B、Al、Ga、In、およびTlが含まれる。また、n型半導体化するために照射する粒子として、V族元素、Li、S、Clの単体、イオン、あるいはそれらの化合物、混合物を使用することができる。好ましいV族元素には、N、P、As、Sb、およびBiが含まれる。III族元素、およびV族元素は、ダイヤモンドの格子位置に置換し、それぞれ電気的に活性なアクセプター、ドナーとして作用する。Li、S、Clに関してはドナーになる理由は明らかではないが、Liは格子間サイトに入り電気的に活性になるようである。

【0016】またこのときの照射粒子のエネルギーは、100eV (10^2 eV) 以上10MeV (10^7 eV) 以下が望ましい。100eV (10^2 eV) 以下ではエネルギーが低すぎるため、ダイヤモンド中にドーパントを十分に導入することが困難になってくる。10MeV (10^7 eV) 以上では照射によって生じた欠陥の密度が高くなり、欠陥の複合体が形成されるようになる。照射粒子のエネルギーが1keV (10^3 eV) 以下ではスパッタリングが支配的になってしまうという問題や、2MeV (2×10^6 eV) 以上では装置が大掛かりになってしまうという問題を考慮すると、照射粒子のエネルギーは1keV (10^3 eV) 以上2MeV (2×10^6 eV) 以下がより好ましい。

【0017】また粒子線照射時の照射レートは、 1×10^{11} 個/cm²・sec 以上 1×10^{16} 個/cm²・sec 以下であることが望ましい。 1×10^{11} 個/cm²・sec 以下では粒子線照射に時間がかかりすぎるため実用的でなくなってくる。逆に 1×10^{16} 個/cm²・sec 以上では欠陥が高密度になりすぎるために再配列が首尾よく進行しなくなってくる。この範囲内にあるとき結晶の再配列が効率良く行われるが、粒子線照射量を時間で制御する場合には、 1×10^{11} 個/cm²・sec

以上 1×10^{13} 個/cm²・sec以下であることがより好ましい。上述の通り、 1×10^{11} 個/cm²・sec以下では粒子線照射に時間がかかりすぎるため、 1×10^{13} 個/cm²・sec以上では照射時間が10秒程度以下になるため、ばらつきが大きくなる。

【0018】また本発明では、粒子線照射時の加速エネルギーを制御することでドーパントの深さ分布を正確に制御することができるので、結晶表面から浅い領域にp層を、それに近接した深い領域にn層を形成するか、あるいは結晶表面から浅い領域にn層を、それに近接した深い領域にp層を形成することで、pn接合素子を容易に作製することも可能である。以下、実施例を挙げて本発明をさらに説明する。

【0019】

【実施例】（実施例1）本発明の第1の実施例を図1および図2を用いて説明する。図1のイオン注入装置20の基板加熱ホルダー9に装着する試料8として、被照射面が（001）面から4°オフしたアンドープダイヤモンド単結晶基板を用い、基板温度を1100℃に保持した。この試料8に60keVに加速された、pドーパントであるBのイオンを、試料の被照射面に対する法線方向から、照射レート 3×10^{12} 個/cm²・secで、 3×10^{14} 個/cm²照射した。照射に用いたBイオンは、フリーマン型イオン源1にBF₃ガスを原料としてプラズマを立てることにより発生させた。イオン源1で発生したBイオンは引出電極2で30keVのエネルギーで引きだし、分析電磁石3によりBの同位体のうちの¹¹Bのみを透過させた。その後Bイオンを加速管4で60keVまで加速し、Qレンズ5でビーム形状を整え、スキャナ部6でXY方向にビームをスキャンしながら試料8中に導入した。

【0020】照射後のダイヤモンド結晶の照射損傷が回復しているか確認するため、ラザフォード後方散乱法

（RBS）によるチャネルリング分析を行った。本分析では試料のチャネルリングの方位から1.6MeVに加速された⁴He⁺を入射し、入射ビームと170°の角をなす方向に散乱される⁴He⁺の個数と、それぞれのイオンのエネルギーを固体検出器で検出した。試料が完全な結晶であればチャネルリングの方位から入射された⁴He⁺は散乱する原子がないために、後方に散乱される⁴He⁺の量はランダムな方位から入射した場合の1～5%程度に減少する。逆に結晶にダメージがあり格子間に原子が存在すると、チャネルリング方位から⁴He⁺を入射した場合でも格子間原子による散乱の効果で後方散乱される⁴He⁺が増加する。この減少を利用して試料表面から数ミクロン程度の深さの結晶性を見積もることが出来る。

【0021】本実施例で作製した試料の炭素の<001>チャネルリングスペクトルを図2に示す。参考のため、基板を加熱せず、それ以外は同条件でB注入を行っ

た試料についての分析結果も示す。図2の中で高エネルギー側の立ち上がりが試料表面に対応し、エネルギーの低い部分が試料表面から深い部分に対応する。この結果から基板加熱を行わないときは表面から100nm程度の深さまでアモルファス化しているのに対し、本実施例の条件では原子変位濃度換算で3%程度まで回復していることがわかった。炭素の<111>チャネルリング分析の結果からも同様の結論が得られ、結晶の照射損傷が回復していることが確認できた。また赤外吸収スペクトルで格子位置に入ったBの吸収が見られ、Bが格子位置に入っていることも確認された。このダイヤモンドの電気特性評価を行ったところ、活性化エネルギーは0.35eV、室温でのホール移動度1500cm²/V・sと非常に良好なp型特性を示した。またIII族元素であるAlを照射した場合も同様に良好なp型半導体ダイヤモンドを得ることができた。また、アンドープダイヤモンド単結晶基板のかわりにBN、Pt等の基板上にヘテロエピタキシャル成長したダイヤモンド薄膜を用いた場合も同様の結果を得た。またアンドープダイヤモンド単結晶基板のかわりにn型ダイヤモンドを用いることでpn接合を作製することも可能である。

（実施例2）本発明の第2の実施例を図1を用いて説明する。実施例1同様、図1のイオン注入装置20の基板加熱ホルダー9に装着する試料8として、被照射面が

（001）面から10°オフしたBドーパ型ダイヤモンド単結晶基板を用い、基板温度を1000℃に保持した。この試料8に150keVに加速された、nドーパントであるSのイオンを試料法線方向から照射レート 1×10^{12} 個/cm²・secで、 5×10^{14} 個/cm²照射した。照射に用いたSイオンは、フリーマン型イオン源1にSF₆ガスを原料としてプラズマを立てることにより発生させた。イオン源1で発生したSイオンは引出電極2で30keVのエネルギーで引きだし、分析電磁石3によりSの同位体のうちの³²Sのみを透過させた。その後Sイオンを加速管4で150keVまで加速し、Qレンズ5でビーム形状を整え、スキャナ部6でXY方向にビームをスキャンしながら試料8中に導入した。実施例1同様、炭素のRBSチャネルリング分析を行った結果、図2と同様のRBSチャネルリングスペクトルが得られ、<001>方位、<111>方位ともに、表面近傍の照射損傷は原子変位濃度換算で4%程度に抑えられていることがわかった。また、電気特性評価の結果、良好な整流特性を示すことが分かり、nドーパントを注入した領域が良好なn型ダイヤモンドになり、pn接合を形成出来ていることが確認できた。

【0022】n型半導体ダイヤモンド領域のみの特性を調べるため、Bドーパ型ダイヤモンド単結晶基板のかわりにアンドープ単結晶ダイヤモンド基板を用いて同様の実験を行い、電気特性を評価したところ、活性化エネルギーは0.32eV、室温でのホール移動度700

$\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ と非常に良好な n 型特性を示した。また、 n -ドーパントとして注入する元素として、他の V 族元素、 Li あるいは Cl の元素単体、イオン、あるいはそれらの化合物、混合物を照射することも可能である。注入に用いる基板は単結晶ダイヤモンド基板だけでなく、ホモエピタキシャル成長したダイヤモンド薄膜、ヘテロエピタキシャル成長したダイヤモンド薄膜を用いた場合も、 n -ドーパントを注入した領域に良好な n 型伝導層を形成することが出来た。

(実施例 3) 本発明により $p-n$ 接合を形成する方法について図 1、図 3 を用いて説明する。図 1 のイオン注入装置 20 の基板加熱ホルダー 9 に装着する試料 8 として、ダイヤモンド単結晶基板上にホモエピタキシャル成長させたアンドープダイヤモンド薄膜（その表面の (001) 面に対するオフ角は 5° ）を固定し、基板温度を 700°C に保持した。試料 8 の拡大図を図 3 に示す。このアンドープダイヤモンド薄膜 15 に、 100keV に加速された p -ドーパントである Al のイオン 16 を、試料表面に対する法線から 10° オフの方向から、照射レート 1×10^{12} 個/ $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ で、 2×10^{14} 個/ cm^2 照射した。その後、 250keV に加速された、 n -ドーパントである P のイオン 17 を試料法線から 10° オフの方向から照射レート 2×10^{12} 個/ $\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ で、 4×10^{14} 個/ cm^2 照射した。照射に用いた Al イオンは、フリーマン型イオン源に Al 単体を原料として蒸発させることにより発生させた。イオン源 1 で発生した Al イオンは引出電極 2 で 30keV のエネルギーで引きだし、分析電磁石 3 により ^{27}Al を透過させた。その後 Al イオンを加速管 4 で 100keV まで加速し、Q レンズ 5 でビーム形状を整え、スキャナ部 6 で XY 方向にビームをスキャンしながら試料 8 中に導入した。また次に用いた P イオンはフリーマン型イオン源に固体の P をオープンで加熱することで発生させた。イオン源 1 で発生した P イオンは引出電極 2 で 30keV のエネルギーで引きだし、分析電磁石 3 により ^{31}P を透過させた。その後 P イオンを加速管 4 で 250keV まで加速し、Q レンズ 5 でビーム形状を整え、スキャナ部 6 で XY 方向にビームをスキャンしながら試料中に導入した。図 3 に試料中の p 、 n -ドーパントの導入位置を示す。 Al の原子 18 は試料の表面の浅い領域に導入され、また P 原子 19 は Al 18 よりも深い領域に導入されている。

【0023】ここでダイヤモンドの結晶性を確認するため、実施例 1 および 2 と同様、炭素の RBS チャンネリング分析を行った結果、 $\langle 001 \rangle$ チャンネリング、 $\langle 111 \rangle$ チャンネリングともに、表面近傍の照射損傷は原子変位濃度換算で 9% 程度に抑えられていることがわかった。また電気特性評価を行ったところ、整流性を示

し、 p -ドーパントである Al のイオンを注入した領域が p 型に、 n -ドーパントである P のイオンを注入した領域が n 型になっていることがわかった。

【0024】ここで p -ドーパントとして Al のイオンのかわりに他の III 族元素である B を用いた場合も同様の結果を得た。また n -ドーパントとして P のイオンのかわりに他の V 族元素である As 、あるいは、 Li 、 S あるいは Cl を用いることも可能である。また、ここではドーピングすべきダイヤモンドとして、ダイヤモンド単結晶基板上にホモエピタキシャル成長させたアンドープダイヤモンド薄膜を用いたが、 BN 、 P 等の基板上にヘテロエピタキシャル成長させたダイヤモンド薄膜や、ダイヤモンド単結晶基板をかわりに用いることもできる。また本実施例では、粒子線照射時の基板温度を 700°C としたが、 800°C 以上にする事でさらに良好な整流性を示す $p-n$ 接合を得ることが可能である。

【0025】

【発明の効果】本発明によれば、粒子線照射により、制御性良くダイヤモンド中に不純物を導入することが出来、歩留まりよくダイヤモンドを半導体化することが出来るようになるため、ダイヤモンドを用いた半導体デバイスの製造が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例に用いたイオン注入装置を示す概略図である。

【図 2】 実施例 1 で B をイオン注入したダイヤモンドの $\langle 001 \rangle$ RBS チャンネリングスペクトルを示す図である。

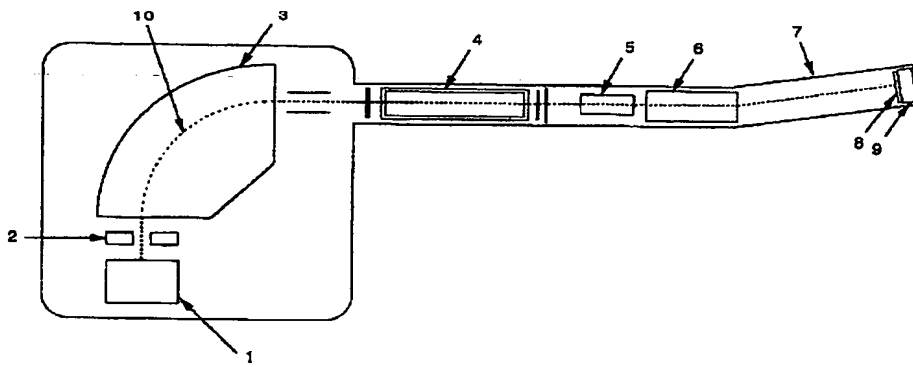
【図 3】 実施例 3 で作製した試料を示す概略図である。

【図 4】 本発明において、粒子線が照射される面の配置および粒子線の照射方向を示す模式図である。

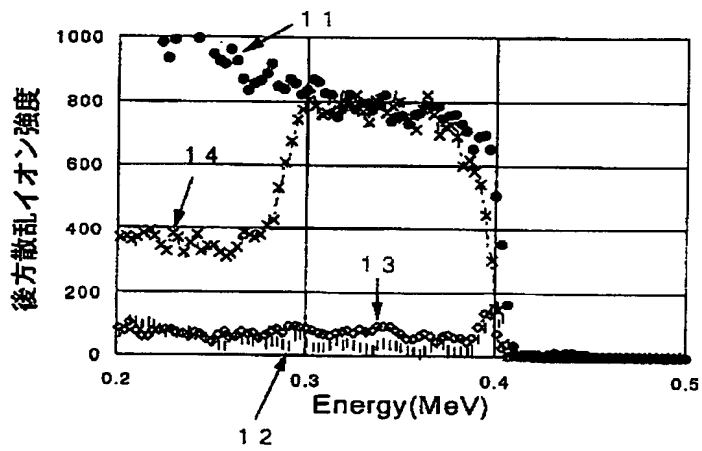
【符号の説明】

1 イオン源、2 引出電極、3 分析電磁石、4 加速管、5 Q レンズ、6 スキャナ部、7 注入室、8 試料、9 基板加熱ホルダー、10 イオン経路、11 ランダム方位から $^4\text{He}^+$ を入射した時の RBS スペクトル、12 B イオン注入前のダイヤモンド基板のチャンネルリングスペクトル、13 実施例 1 の条件で B イオン注入を行ったダイヤモンド基板のチャンネルリングスペクトル、14 基板を加熱せずに B イオン注入を行ったダイヤモンド基板のチャンネルリングスペクトル、15 (001) 面から 5° オフしたダイヤモンド単結晶基板上にホモエピタキシャル成長させたアンドープダイヤモンド薄膜、16 p -ドーパントである Al イオン、17 n -ドーパントである P イオン、18 Al 原子、19 P 原子、20 イオン注入装置、40 ダイヤモンド、42 粒子線。

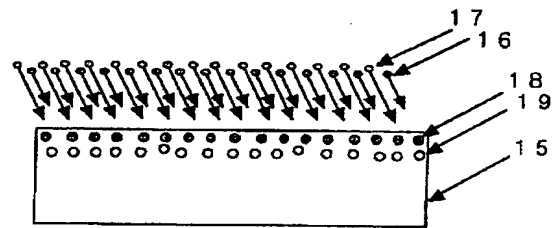
【図 1】



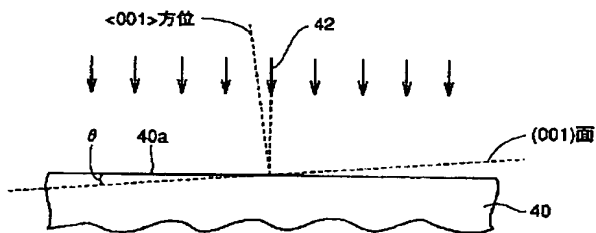
【図 2】



【図 3】



【図 4】





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001064094 A**(43) Date of publication of application: **13.03.01**

(51) Int. Cl.

C30B 29/04
C30B 33/04
(21) Application number: **11237132**(22) Date of filing: **24.08.99**(71) Applicant: **SHARP CORP**
(72) Inventor: **OISHI RYUICHI**
NAKAMURA YOSHINOBU
(54) PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DIAMOND**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing semiconductor diamond, by which the semiconductor diamond can be reliably obtained by irradiating diamond with a particle beam.

SOLUTION: In the method for producing the semiconductor diamond by irradiating a diamond substrate 8 with a particle beam, when the diamond substrate 8 is irradiated with the particle beam, the temp. of the diamond substrate 8 is kept at a temp. of $^{\circ}300$ and $22,000^{\circ}\text{C}$, the angle between the surface to be irradiated of the diamond substrate 8 and the (001) crystal plane of the diamond substrate 8 is set to be in a range of -20 to $+20^{\circ}$ and the angle between the direction of particle beam irradiation and the $\langle 001 \rangle$ crystal azimuth of the diamond substrate 8 is adjusted to be in a range of -20 to $+20^{\circ}$.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

